PERAN SAINS BANGUNAN DAN SAINS LINGKUNGAN TERHADAP BENTUK ARSITEKTUR

"The Impact of the Building Sciences and Environmental Sceinces on the Architecture Forms"

Danny Santoso Mintorogo
Staf Pengajar Fakultas Teknik, Jurusan Arsitektur – Universitas Kristen Petra

ABSTRAK

Strategi hemat energi merupakan bagian salah satu sains bangunan dan sains lingkungan yang masih banyak diterapkan oleh banyak para arsitek di berbagai dunia. Arsitek yang berbekal sains bangunan akan sangat berbeda dalam menghasilkan karya -karya bentuk arsitektur.

Tulisan ini bertujuan memperkuat adanya sains bangunan dan lingkungan yang terkaitkan langsung dengan bentuk suatu bangunan arsitektur.

Kata kunci: Sains Bangunan dan Lingkungan, Bentuk Arsitektur.

ABSTRACT

Energy Saving on buildings is part of the building sciences and environmental sciences, and will impact directly with the form of the buildings. Architects all over the world who have strong background sciences in building and environmental control system will design different way that effect the style and form of architecture.

This paper discusses and strengthen the need of the building sciences and environmental control systems for architects in their works now and the coming millennium year.

***Keywords:** Building Science and Environmental, Architectural form.*

PENDAHULUAN

Tulisan ini mengulaskan berbagai ciri khas karya-karya bangunan—dalam bentuk atau *form*, dari para desiner/arsitek yang berlatar belakang dengan ilmu sains bangunan dan lingkungan yang sangat kuat dipakai sebagai konsep desain baik dalam tahap gagasan maupun ide-ide perancangan.

Sains (*science*), yang tak asing lagi bagi kita baik di SMU maupun di universitas sebenarnya terbagi dalam 3 macam[1], yaitu :

1. *Science*, suatu teori hukum dasar alamiah yang telah melalui berbagai proses penelitian yang ketat dan telah terbukti kebenarannya dari suatu hypotesis yang dikemukakan para sainstis mengenai suatu fenomena. Seperti teori "*thermal*" mengenai udara panas akan selalu lebih ringan dari yang dingin, dan akan bergerak naik atau dari yang bertekanan tinggi ke rendah.

2. *Protoscience*, sebaliknya, mencerminkan pada ke aslian, primitif, dan berdasarkan pengetahuan nenek moyang. *Protoscience* lebih dapat mengungkapkan sebuah pengertian/teori yang tersembunyi dimana kadang kala justru memperkaya pengetahuan bagi para saintis dari pada kemampuan sains kontemporari. Seperti "Pythagoras"— menggambarkan elemen-elemen pengetahuan alam universal.

3. *Parascience*, berasal dari bahasa "*Greek*" dimana "para" berarti bersamaan dengan/ disamping; yang berpangkal pada "*science*" dan "*protoscience*". Maka parascience meliputi tidak hanya pada prosedur-prosedur penelitian yang terkontrol, tetapi juga pada kwalitas aliran mistik dan supernatural. Banyak kegiatan aktifitas dari *parascience* sulit diukur karena bernilai subyektif dan intuitif. Seperti pencarian

[1] Baggs, Sydney and Joan Baggs. The Healthy House. Thomas and Hudson Ltd, Great Britain, London, 1996. p. 10-11

mata air dan mineral atau "*geomagnetism*" dibawah lapisan bumi hanya dengan peralatan sebatang kayu berbentuk "Y" atau batu, hal ini sangat subyektif dan rasanya hanya dapat diukur dengan peralatan saintifik.

Lambat laun "*parascience*" berkembang menuju area penelitian, dan dengan cepat pula memasuki bidang penelitian saintifik terkontrol/ realita. "Parascience" untuk sekarang dan masa mendatang akan lebih berkarakteristikkan gerakan intuitif yang berdasarkan disiplin-disiplin ilmu; yang telah dikembangkan oleh para saintis ternama seperti : Tesla, Galileo, dan Newton.

ALAM SEMESTA dan MANUSIA

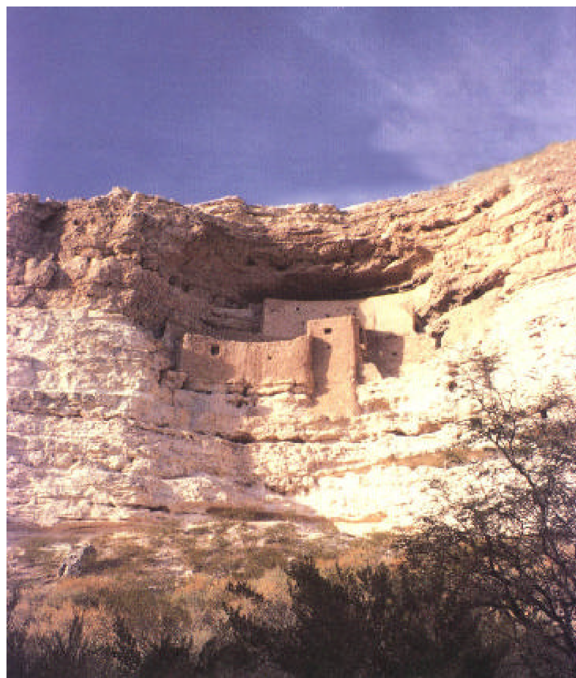
Keadaan alam semesta (*universe*) ini tidak cukup terungkap hanya oleh hasil penelitian para saintis mengenai seluk beluk alam semesta ini sedalam-dalamnya, karena alam tetap alam dan manusia yang harus memanfaatkan dan kompromi dengan kekuatan sains alam. Dengan kata lain sebenarnya kita (manusia) satu dengan alam. Gambaran alam semesta dapat diungkapkan sebagai berikut :

> *.......... the universe is sustained by an act of such stupendous and ineffable creativity that it simply cannot be (asked) if the part is creating the whole or the whole is creating the part because the part is the whole.*
>
> (Talbot 1991)

Terbukti bahwa nenek moyang manusia atau manusia purbapun dapat mengaplikasikan parascience—kompromi dan mengadopsikan diri dengan sains lingkungan alam semesta sekeliling mereka demi kelangsung hidup tanpa menghancurkan ekosistim alam semestanya (lihat gambar 1).

Dalam Alam Semesta terdiri 5 unsur elemen konsep GAIA[2], (Parascience) yaitu :

1. Api (fire), adalah simbol efektif kultur bagi seluruh pelosok dunia. Tetapi bagi kaum Kristiani sebagai "Holy Spirit"; sedangkan untuk filosofi Hindu sebagai "Kundalini"—pelayan api yang membangkitkan energi seksual dari pusat tubuh manusia menjadi energi spiritual. Secara umum mengandung arti: hangat dan nyaman untuk kehidupan; sedangkan pandangan hidup fondamental api oleh manusia yaitu : Matahari & Solar Energi.



Gambar 1. Ecosistem terpadu dengan kompromisasi antara sains alam dan manusia demi kelangsungan kehidupan

Sumber : The Healthy House .... p. 12

2. Bumi (*earth /Rock*), adalah lapisan-lapisan tanah yang berasal dari pecahan batu-batuan yang secara bergantian terkena perbedaan ekstrim temperatur panas dan dingin dan masuknya air dalam celah-celah batu sehingga akhirnya terfragmentasi menjadi batuan kecil. Manusia memanfaatkan tanah /batu "*rock*" untuk "*sheltering*", dan menghancurkan/membahayakan bumi/batuan untuk memyimpan bahan-bahan "toxic".

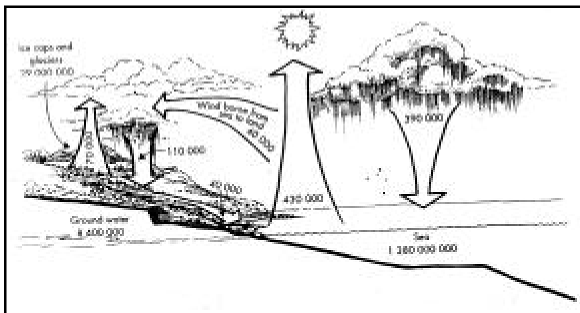
3.Udara (*air*), sebenarnya dahulu bumi tidak dilapisi atmosfir tetapi melainkan oleh gas Sulphurous dan Methane. Oksigen awal terbentuk dikarenakan oleh sinar ultraviolet mengubah molekul air menjadi hidrogen dan oksigen, kemudian tambahan oksigen lain dihasilkan sebagai akibat proses pernafasan dari founa dan flora dari prose total photosistesis. Tingkat saling ketergantungan terjadi dimana makluk hidup menghirup oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida, sedangkan tumbuh-tumbuhan mengeluarkan oksigen dan menghirup CO2.

[2] menceriterakan perhubungan antara planet dan bentuk kehidupan; berasal dari: Yunani kuno yang berarti: dewa penguasa planet bumi, yang diteliti oleh DR. James Lovelock (1979)

Destruktif udara adalah: Polusi Udara; yaitu : polusi udara alamiah (asap kebakaran hutan, dll), polusi udara buatan manusia (industrialisasi dll), polusi udara dalam (macam-macam sumber polusi dari material bangunan interior).

4. Air (*water*), butir-butir air jatuh ke bumi akan diteruskan ke lapisan yang terdalam sampai pada lapisan air bawah tanah yang akan sejajar dengan ketinggian permukaan air laut.

Air diseluruh dunia menempati 97% dan sebagian adalah air laut yang menutupi 1/3 luasan permukaan bumi, dan sisanya 3% yang terdiri dari 2.96% berupa "ice caps dan glacier"; dan hanya 0.06% dari seluruh air di seluruh dunia berfungsi sebagai air bersih yang berguna. (Myers 1985). (lihat gambar 2)



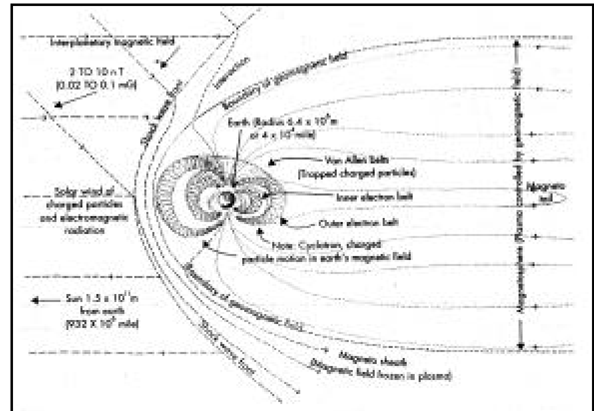
Gambar 2. Ecosistem Hidrologi yang diukur dalam kilometer kubik/tahun.
(After : Ehrlich dan Ehrlich 1972)
(1 km^3=0.244 mile^3)

Sumber : The Healthy House .... p. 21

5. Ether (*aether*), adalah radiasi dan energi dari laut dimana dihasilkan untuk mendukung kebutuhan kehidupan, kesehatan, atau kematian bagi seluruh organik di dunia; menahan gaya-gaya (geoenergetic, electromagnetic, eletrostatic dan gravitational) yang ditujukan pada kita (human) dari bumi, matahari dan planet lain.

Bidang medan magnit bumi "geomagnetic" (GMF) di ujung Utara dan Selatan, dan berubah secara teratur akibat dipengaruhi oleh efek Solar Radiasi. Matahari melepaskan "cosmic rays" yang membentuk Solar Wind—gelombang gelombang radiasi yang menghamtam bumi, yang terdiri dari partikel-partikel yang bermuatan (+) & (-), yang akan terpencar ke ujung-ujung bumi begitu bertemu dengan bidang magnit bumi. (lihat gambar 3)

Bagi bangunan-bangunan gedung yang berdekatan atau terlintasi "geomagnetic field (GMF) anomalies" dapat mempengaruhi keseimbangan kesehatan manusia (energi tubuh), karena bumi melepaskan "ELF"—*Extremely Low Frequency* komponen (GMF) secara konstan. Sedangkan "*underground water*" dan batuan (*Rock*) akan melepaskan racun " Radon " dalam jumlah banyak dimana dapat menyebab-kan kesehatan manusia terganggu secara serius.



Gambar 3. Interaksi dari Bidang Magnetik Bumi dengan Solar Wind dan Bidang magnetik Interplanetary.
(After : Smith dan Best 1989; Eastland 1990)

Sumber : The Healthy House .... p. 23

SAINS LINGKUNGAN DAN SAINS BANGUNAN

Sains Lingkungan[3] (*Environmental Control Systems*)

Mengakomodasi kekuatan lingkungan alam sekitar dengan lingkungan binaan dan habitat fisik manusia (hunian). Faktor-faktor yang dipandang bermanfaat atau tantangan terhadap lingkup binaan hunian manusia yaitu :

1. Prilaku dan karakteristik elemen-elemen alam semesta seperti: udara, matahari, dan air di kaji interaksinya untuk kebutuhan manusia dalam lingkup hunian / bangunan.
2. System bangunan: pengontrolan thermal, pencahayaan, akustik, sirkulasi udara, tran-sportasi vertikal, pengontrolan kebakaran dan penanganan sistim pembuangan.
3. Prilaku thermal dalam bangunan: analisis/ kalkulasi kebutuhan beban pendinginan (*cooling*) dan pemanasan (*heating*), ventilasi alam strategi, strategi aplikasi pendinginan/ pemanasan pasip, aktip dan hibrid, strategi aplikasi pencahayaan alami atau buatan.

[3] berdasarkan mata kuliah/silabus dari "Yale" University-Architectural courses.

Sains Bangunan[4] (*Building Sciences*)

Dalam sains bangunan hampir semua aspek klimatologi dan ekologi terhadap eksistensinya suatu bangunan lebih dipertimbangkan untuk di studi dan diaplikasikan berbagai sistem bangunan, antara lain :

A. *Environmental Systems in buildings* :

1. Konservasi energi dalam bangunan (*energy conservation in building*); mengaplikasikan berbagai teknik tata cahaya alami, teknologi kontrol pencahayaan baik secara pasip/ aktip—photocell.
2. Kinergi kerja dari solar kolektor dan energi sistem (*performance of solar collectors and energy systems*); pengaplikasian berbagai kolektor baik untuk air panas maupun listrik tata surya—photovoltaic.
3. Penggunaan dan pengukuran dengan bangtuan alat lab dan komputer secara model matematika (*mathematical model*) untuk memprediksi tingkah laku dari: thermal, pencahayaan, dan akustik.
4. Kriteria kinergi kerja sistim alami dalam bangunan

B. *Construction Systems in buildings* :

1. Sistim dan konservasi berbagai material dalam bangunan untuk pencapaian sinkronisasi antara struktur dan sains.
2. Desain struktur lanjutan (*advanced*) untuk : bentuk dan tekniknya.

KAITAN BENTUK ARSITEKTUR DAN SAINS BANGUNAN

Hasil karya bentuk suatu arsitektur banyak terkaitkan pertimbangan berbagai aspek seperti : ekologi, bioclimatic, sains bangunan/lingkungan, ekonomi, teknologi canggih, ideologi, philosofi, & dekonstruksi, dan lain.

Tiap desainer/arsitek mempunyai misi tertentu (yang paling lazim hemat energi, ramah lingkungan hidup) dalam menghasilkan suatu karya arsitektur.

Konsep "***Ecological Architecture***" yang dipakai sejak tahun 1960 oleh beberapa arsitek diberbagai belahan dunia, pada umumnya menyangkut :

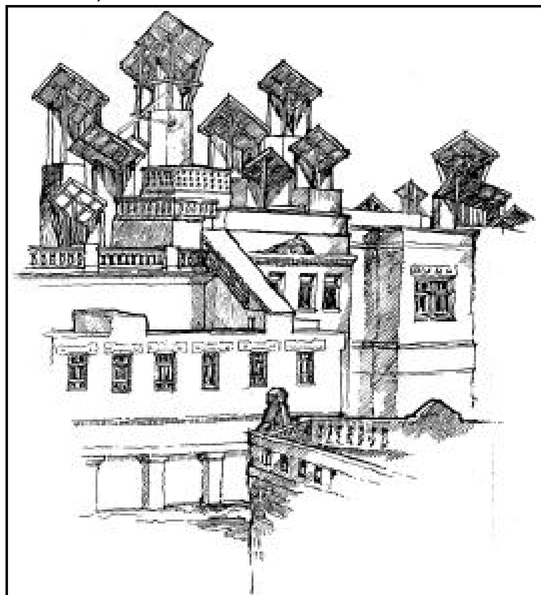
1. Desain dengan kaidah "*Sunpath*" yang dipakai oleh arsitek Ken Yeang, Nicholas Grimshaw.
2. Pemanfaatan Angin Musim (*seasonal wind*) untuk ventilasi alam dengan "*Wind Tower*" oleh France.
3. Pemanfaatan tenaga angin untuk menghasilkan tenaga listrik pada bangunan oleh Richard Roger dan
4. Pemanfaatan pencahayaan alami dengan "*high-tech*" oleh Norman Foster.
5. Pemanfaatan ekologi dan "*natural forces*" oleh Renzo Piano.

Contoh beberapa karya arsitektur yang mempertimbangkan baik ekologi maupun sains bangunan/lingkungan.

1. *Traditional Wind Tower*

Pada daerah yang beriklim sangat panas dan kering terletak pada Subtropis Utara yaitu untuk negara-negara Pakistan, Iran, Saudi Arabia, Egypt, dan Afrika Utara, sering dijumpai arsitektur cerobong angin, dengan tujuan untuk menangkap angin alami ke dalam bangunan. (lihat gambar 4).

Cerobong angin ini selain berfungsi sebagai penangkap angin juga sekarang dipakai sebagai cerobong penghisap udara dalam bangunan dengan metode "*Stack Effect*" dengan harapan pencapaian pemakaian "*low energy*" (lihat gambar 5).



Gambar 4. Cerobong Angin dengan alat pengarah angin di Hyderabad, Pakistan. Alat penangkap angin tersebut dapat berubah arah sesuai tiupan angin musim. (after Thomson, O'Brien and Editors of Life, 1966)

Sumber : The Healthy House .... p. 135

---

[4] berdasarkan mata kuliah/silabus dari "University of Michigan" College of Architecture and Urban Planning, dalam area studi Building Sciences.

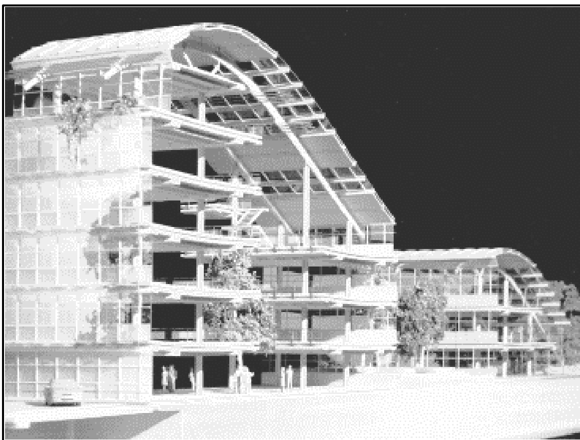


Gambar 5. Proyek *"Queen Building De Montford University"* di Leicester, UK dengan arsitek Short Ford & Associate ; Tampak ini menghadap Selatan dengan pilar-pilar cerobong "Solar Chimmey" yang berfungsi menghisap udara dalam bangunan secara pasip.

Sumber : New Public Architecture .... p. 90

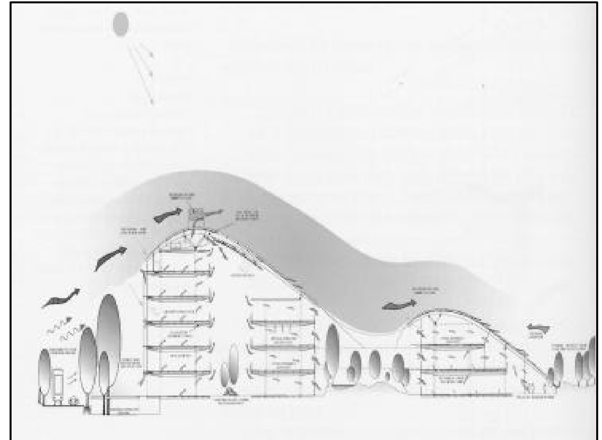
2. *New-Technology*

Bangunan untuk di masa mendatang sebaiknya dapat berinteraksi secara dinamik dengan cuaca, ekologi, supaya dapat memenuhi kebutuhan pemakai bangunan dari segi optimasi pemakaian energi. Memahami benar akan prilaku thermal diluar maupun didalam bangunan sehingga tertermin dalam bentuk bangunan *Inland Revenue Offices*, dengan arsitek Richard Rogers (lihat gambar 6 & 7)



Gambar 6. Potongan Model dari proyek Inland Revenue Offices, Nottingham, Great Britain. Menunjukkan bahwa bentuk atap melengkung karena penyesuaian dengan prilaku cuaca dan mendapatkan manfaat optimal untuk thermal flow ke atas.

Sumber : Architecture for The Future .... p. 157

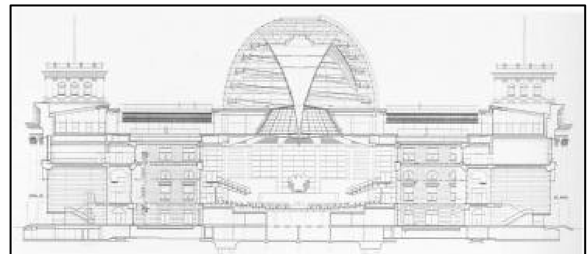


Gambar 7. Skematik desain yang menunjukkan konsep bentuk bangunan yang terjadi berdasarkan analisis cuaca dan prilaku thermal/ aliran energi

Sumber : Architecture for The Future .... p. 157

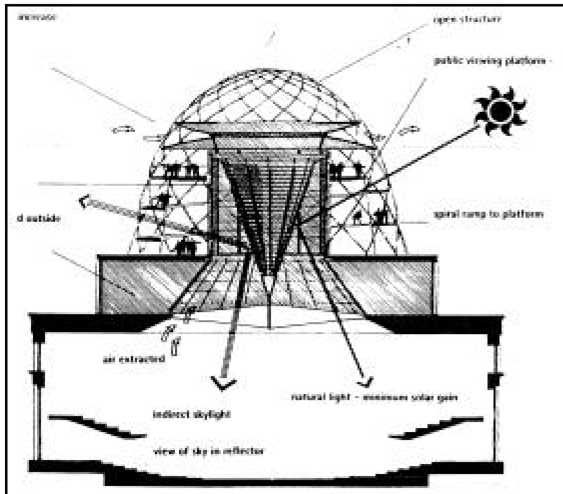
3. *Energy Conservation*

Arsitek Sir Norman Foster selalu mengaplikasikan teknik "*daylighting*" pada karya-karya arsitekturnya, demikian juga pada bangunan German Parliement, Foster menghadirkan *"dome light*" untuk merefleksikan cahaya-cahaya alami sebanyak dan sedalam mungkin kedalam interior bangunan. Bentuk gedung German Parliement yang didesain pada akhir abad 19 yang oleh Paul Wallot akan bersinkronisasi dan berpadu dengan harmonis dengan teknologi akhir abad 20 ini (lihat gambar 8 & 9).



Gambar 8. Potongan gedung German Parliement, dengan memperlihatkan "dome light" diatas ruang sidang parlemen.

Sumber : Sir Norman Foster, Taschen .... p. 144



Gambar 9. Detail Potongan gedung German Parliement, dengan memperlihatkan skematik daylighting dengan "dome light" diatas ruang sidang parlemen.

Sumber : Contemporary European Architects vol. 3, p. 83

4. *Passive & Hybrid Approached*

Arsitek Richard Rogers juga sering mengaplikasikan teknik "passive atau hybrid cooling—gabungan pasip dan aktip" pada karya-karya arsitekturnya. Analisa prilaku pergerakkan "*thermal*" (pengeluarkan udara panas dalam bangunan & mendinginkan udara bersih masuk bangunan). Hal tersebut tercermin dalam proyek "*Lloyd's Register of Shipping*" di Liphook, Hampshire, Inggris. Bentuk atap bangunan terbentuk karena mengikuti "natural airflow" (pergerakkan udara alamiah) baik kebutuhan secara interior maupun ekterior pada musim panas (lihat lampiran 1, gambar a & axonometry).

Sedangkan untuk musim dingin, dimana udara bersih dingin dimasukkan melalui cerobong dwi-fungsi "*intake*" dan "*exhaust*"; udara dingin dipanaskan dengan alat pemanas, dan udara kotor dibuang atau disirkulasi kembali sebagian melalui "*heat exchanger*" bercampur dengan udara bersih untuk hemat energi (lihat lampiran 2, gambar b).

KOMENTAR

Setelah berbagai uraian tentang sains, terutama mengenai sains bangunan dan sains lingkungan, beserta pembahasan beberapa contoh bentuk bangunan arsitektur dimana kebanyakan para desainer/arsiteknya berbekal ilmu sains bangunan dan sains lingkungan dari berbagai manca negara.

Kita dapat ambil makna sebagai berikut :

1. Karya bangunan/arsitektur yang didesain para arsitek dengan latar belakang ilmu sains bangunan dan sains lingkungan yang tinggi akan menghasilkan ciri-ciri bentuk arsitektur yang "*reality*", "*technology*", "fungsional" dan "*served*".
2. Bentuk bangunan arsitektur banyak terkait pada prilaku pergerakkan "*thermal*" baik secara interior maupun ekterior, dan pengetrapan konsep "*energy saving*" dengan berbagai aplikasi—"*solar chimmy*" (cerobong hisap), "*wind catching tower*" (cerobong penangkap angin), "*evaporative cooling tower*" (cerobong pendingin udara masuk pasip) dan lain-lain.
3. Bentuk bangunan juga terkait pada prilaku faktor-faktor ekologi, seperti pergerakkan angin pada bidang atap, sehingga nilai efek daerah tekan dan hisap terendah.
4. Bagaimana dengan bentuk bangunan arsitektur Indonesia yang sering kita dengar "Arsitektur Indonesia" yang tergolong arsitektur tropis—apakah cukup hanya dengan banyak *overstake*? Padahal banyak bangunan mengandalkan "*cross ventilasi*" tapi bentuk bangunan arsitekturnya tidak optimal mengaplikasikan pada prilaku "*thermal*", dalam bangunan dan hembusan angin pada atap-atap/sisi bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Baggs, Sydney and Joan Baggs. *The Healthy House*. Thames and Hudson Ltd., London, 1996.

2. Dubost, Jean-Claude and Jean-Francois Gontheir. *Architecture for the Future.* Pierre Terrail, Paris, 1996.

3. Myerson, Jeremy. *New Public Architecture*. Laurence King Publishing, London, 1996.

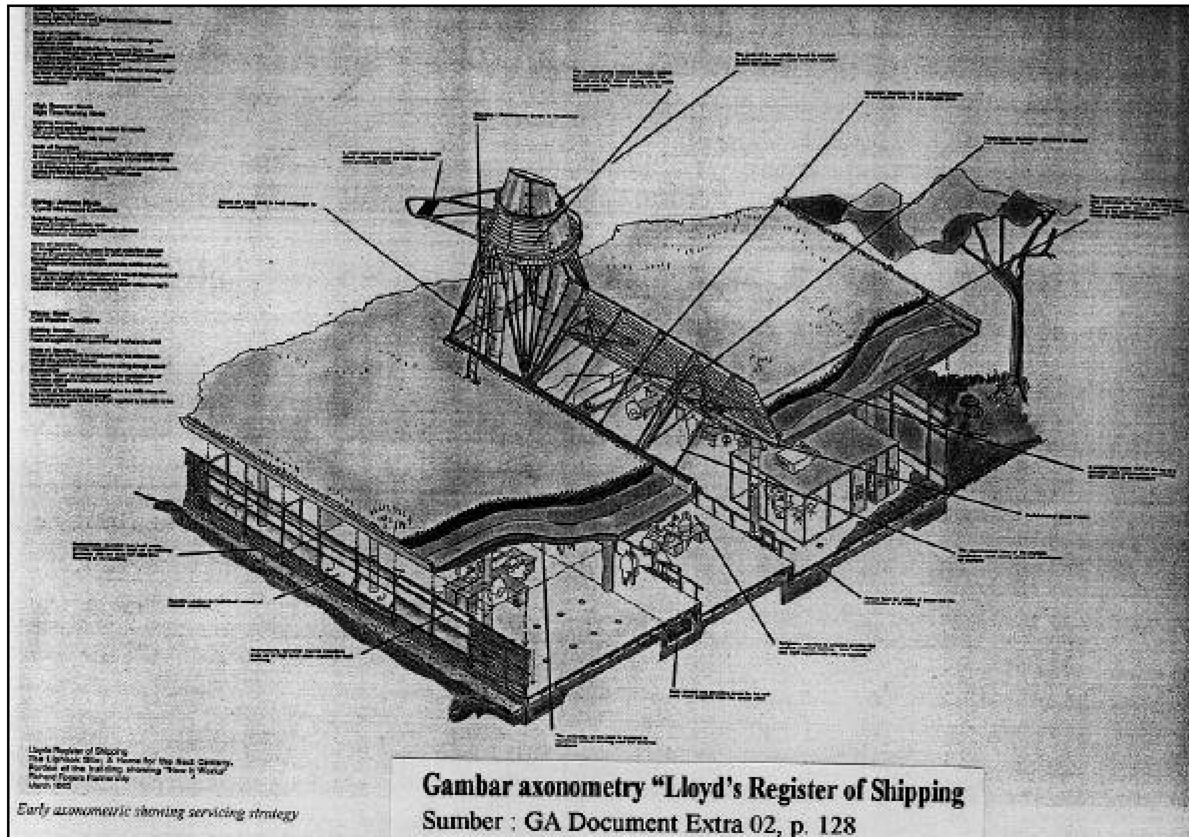
4. Yeang, Ken. *Bioclimatic Skyscrapers*, Artemis London Ltd., London, 1994.

5. Jodidio, Philip. *Contemporary European Architects*. Vol 3, Taschen, 1995.

6. Jodidio, Philip. *Sir Norman Foster*. Taschen, 1997.

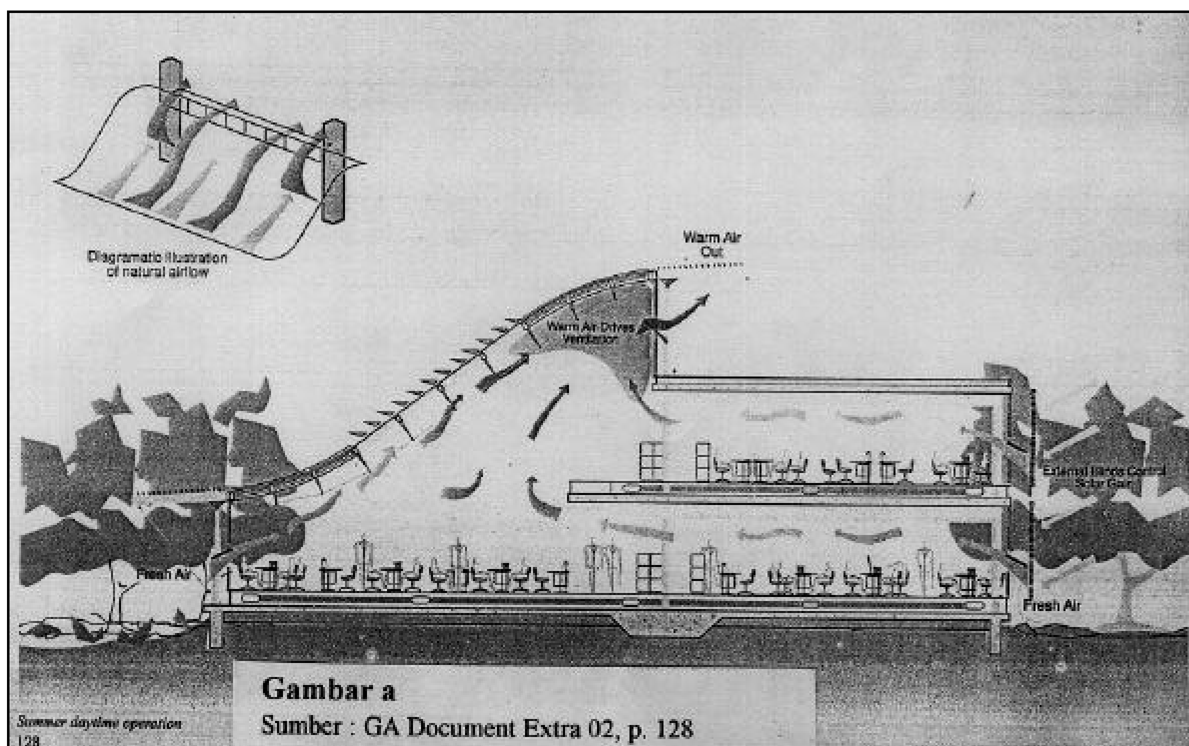
7. GA Document Extra 02. *Richard Rogers*, Edita Tokyo Co., Ltd., 1995.

Lampiran 1



Gambar axonometry "Lloyd's Register of Shipping

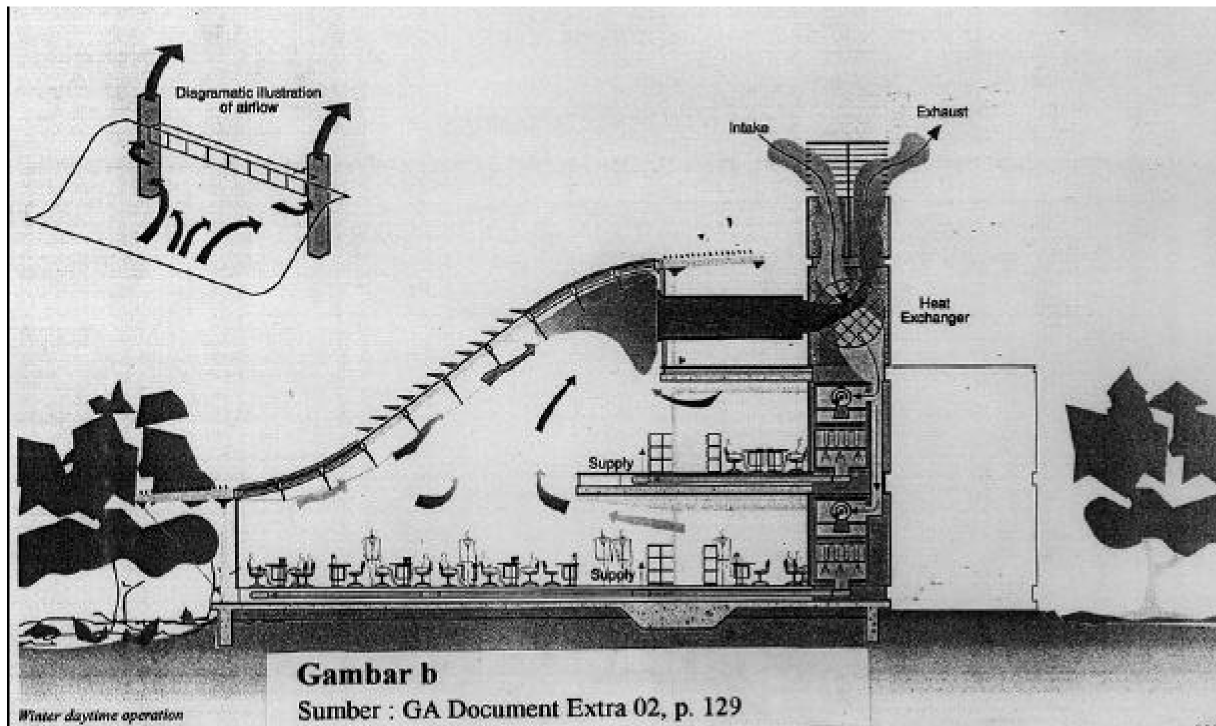
Sumber : GA Document Extra 02, p. 128



Gambar a

Sumber : GA Document Extra 02, p. 128

Lampiran 2



Gambar b
Sumber : GA Document Extra 02, p. 129